

A method of, and an apparatus for, the protection of an electronic device against destruction by strong electro-magnetic pulses

Publication number: DE3135515

Publication date: 1982-06-18

Inventor: KUENG ROLAND (CH)

Applicant: ZELLWEGER USTER AG (CH)

Classification:

- international: H02H9/06; H03H7/46; H02H9/00; H02H9/06; H03H7/00; H02H9/00; (IPC1-7): H02H7/20; H02H9/04

- European: H02H9/06; H03H7/46

Application number: DE19813135515 19810908

Priority number(s): CH19800008449 19801114

Also published as:

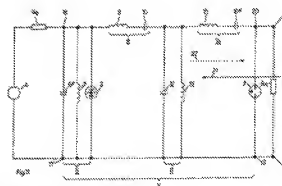
NL8104420 (A)
GB2089173 (A)
FR2494515 (A1)
CH654149 (A5)
BE891001 (A)

Report a data error here

Abstract not available for DE3135515

Abstract of corresponding document: GB2089173

In order to protect an electronic device against destruction by strong electromagnetic pulses, the interference energy is divided in terms of frequency, partly reflected and the part which lies in the working range of the device to be protected is delayed and restricted. A frequency-selective delay member (V) is positioned between a coarse protection means (2) and a fine protection means (3).



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

18 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

19 Patentschrift
DE 3135515 C2

21 Aktenzeichen: P 31 35 515.3-32
22 Anmeldetag: 8. 9. 81
23 Offenlegungstag: 16. 6. 82
24 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 9. 6. 88

25 Int. Cl. 4:
H02H 7/20
H 02 H 9/04

DE 3135515 C2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

30 Unionspriorität: 32 33 31
14.11.80 CH 8449-90

34 Patentinhaber:
Zellweger Uster AG, Uster, CH

36 Vertreter:
Manitz, G., Dipl.-Phys. Dr. rer. nat.; Finsterwald, M.,
Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing., 8000 München;
Grémkow, W., Dipl.-Ing., 7000 Stuttgart; Heyn, H.,
Dipl.-Chem. Dr. rer. nat., 8000 München; Rotermund,
H., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte, 7000 Stuttgart

37 Erfinder:
Küng, Roland, Schaffhausen, CH

38 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:
DE-OS 28 12 415
DE-OS 28 43 919
DE-Z.: »Elektrische«, 1988, S. 230, 237;

39 Vorrichtung zum Schutz von elektrischen Geräten gegen Überspannung

DE 3135515 C2

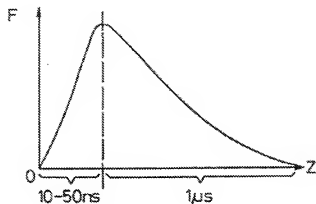


Fig. 1

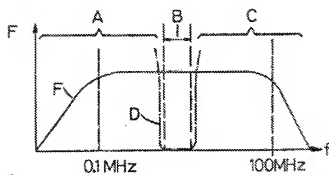


Fig. 2

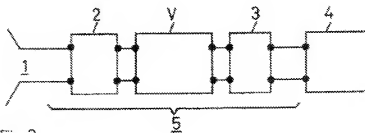


Fig. 3

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Schutz von elektrischen Geräten gegen Überspannungen, bestehend aus mindestens einem Grobschutzmittel, einem durch ein Filter gebildeten frequenzselektiven Verzögerungsglied und mindestens einem Feinschutzmittel, gekennzeichnet durch die Anwendung zum Schutz von Hochfrequenzsende- oder Empfangsgeräten (4) gegen Zerstörung durch starke elektromagnetische Impulse, deren Anstiegszeiten im Bereich der Nutzsignal-Anstiegszeiten liegen, wobei in der Filterstruktur vorgesehene Kapazitäten unter Berücksichtigung des im Nutzbetrieb auftretenden Signalverlusts dimensioniert sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das das Verzögerungsglied (V) bildende Filter durch das Oberwellenfilter des Hochfrequenzsendegeräts gebildet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einem Grob- und/oder Feinschutzmittel (2 bzw. 3) mindestens eine Diode in Serie geschaltet ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das das frequenzselektive Verzögerungsglied (V) bildende Filter auf Teilbereiche (B, B₁) des Arbeitsbereichs (B) des zu schützenden Hochfrequenzsende- oder Empfangsgeräts (4) umschaltbar ist.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Schutz von elektrischen Geräten gegen Überspannungen, bestehend aus mindestens einem Grobschutzmittel, einem durch ein Filter gebildeten frequenzselektiven Verzögerungsglied und mindestens einem Feinschutzmittel.

In der DE-OS 29 12 415 ist eine Vorrichtung der eingangs genannten Art beschrieben, welche dazu bestimmt ist, als Schutzschaltung zwischen das jeweilige elektrische Gerät und das Netz geschaltet zu werden. Als frequenzselektives Glied ist bei der bekannten Schutzschaltung ein Tiefpaßfilter vorgesehen.

Bei diesem Anwendungsfall bereitet es keine Probleme, die zu einem frequenzselektiven Glied in Form eines Tiefpaßfilters gehörende Kapazität weitgehend beliebig zu dimensionieren, da durch die Verwendung einer Kapazität in dieser Schaltungsanordnung die Funktion des elektrischen Geräts nicht beeinträchtigt wird.

Ferner besitzen die von der bekannten Schutzschaltung zu beseitigenden, bzw. vom Gerät abzuhaltenden Störspannungen Steilheiten, wie sie im Normalbetrieb beim zu schützenden Gerät nicht vorkommen. Dies bedeutet, daß man die bekannte Schutzschaltung speziell im Hinblick auf die zu erwartenden Störungen dimensionieren kann, ohne dabei gleichzeitig die Funktion des Geräts in Frage zu stellen.

Demgegenüber sind Hochfrequenzsende- oder Empfangsgeräte Störungen ganz besonderer Art ausgesetzt, welche unter Umständen sogar zu einer Zerstörung des betreffenden Geräts führen können.

Vor allem starke elektromagnetische Impulse, insbesondere solche, welche anlässlich von Nuklearexplosionen im Raum entstehen, können noch in einem beträchtlichen Abstand vom Explosionszentrum, beispielsweise noch in Hunderten von Kilometern, für elektronische Geräte zerstörend wirken. Seit diese Effekte bekannt sind, wurde auch eine Reihe von Maßnahmen vorgeschlagen, um solche schädliche Einflüsse abzuwehren. Sehr ausgiebig sind diese Probleme in dem Buch "EMP Radiation and Protective Techniques, a Wiley-Interscience Publication, John Wiley and Sons, New York, 1976" behandelt.

Wenn auch beispielsweise durch fachgerechte metallische Abschirmung für viele Geräte bereits ein weitgehender Schutz möglich ist, so besteht für bestimmte Gattungen von elektronischen Geräten, insbesondere Nachrichtenorgane wie Sender und Empfänger, ein bisher nur unzureichend gelöstes Problem. Sowohl ein Sender als auch ein Empfänger, beispielsweise für den Kurzwellenbereich, ist betriebmäßig an eine Antenne oder Antennenanlage, beziehungsweise an eine Antennenanlage angeschlossen. Es ist offensichtlich, daß über diese im Außenraum angeordnete Antenne, beziehungsweise Antennenanlage oder Antennenanzuleitung, von der Antenne oder Zuleitung aufgenommenen Impulsenergie aus dem Außenraum unmittelbar in das betreffende Gerät hineingeführt wird, so gut es im übrigen auch selbst abgeschirmt sein mag. Mindestens ein Teil der Impulsenergie liegt frequenzmäßig im Arbeitsbereich des betreffenden Senders oder Empfängers und erreicht dessen Schaltelemente über die üblichen, im Arbeitsbereich ja durchlässigen Eingangsfiler des Empfängers, beziehungsweise Ausgangsfiler des Senders.

Da der Zeitpunkt einer allfälligen Nuklearexplosion nicht vorausschaubar ist, können solche Geräte auch nicht durch vorsorgliches Abschalten von der Antenne geschützt werden. Sie müssen vielmehr in der Regel dauernd einsatzbereit sein. Während des Ablaufs einer Nuklearexplosion wird zwar keine Betriebsbereitschaft verlangt, da während dieser Zeitspanne die Signalübertragungsverhältnisse ohnehin gestört sind. Unmittelbar nach

Abklingen der Nuklearexplosion sollten aber die betreffenden Geräte ihre normale Funktionstüchtigkeit und -bereitschaft aufweisen.

Sowohl bei Empfängern als auch bei Sendern sind die Nutzsignalepegel um viele Größenordnungen kleiner als die möglicherweise auftretenden Pegel der genannten nuklearen Störimpulse. Beispielsweise werden Empfänger dimensioniert für Empfangssignale in der Größenordnung von etwa einem Volt abwärts und militärische Kurzwellensender sind beispielsweise ausgelegt für eine Leistung bis zu einigen Kilowatt, so daß sich an üblichen Antennenimpedanzen Spannungspegel bis etwa 100 Volt ergeben.

Demgegenüber treten bei nuklearen elektromagnetischen Impulsen Feldstärken in der Größenordnung von 100 Kilovolt pro Meter und induzierte Ströme von 250 Ampere pro Meter auf. Die hierdurch zu erwartenden Störpegel liegen daher um viele Größenordnungen höher als die genannten Nutz- oder Signalepegel, für welche diese Geräte normalerweise dimensioniert sind.

Eine Eigenart der nuklearen, elektromagnetischen Impulse liegt ferner in ihrer außerordentlich hohen Flankensteilheit. So wird beispielsweise in einer Anstiegszeit von etwa 10 bis 50 Nanosekunden der Maximalwert eines solchen Impulses erreicht. Die Abklingzeit des Impulses liegt dabei in einer Größenordnung von etwa 1

Mikrosekunde.

Das Frequenzspektrum eines nuklearen elektromagnetischen Impulses erstreckt sich über einen Bereich von unter einem Megahertz bis über 100 Megahertz hinaus, wobei in einem Bereich von etwa 100 Kilohertz bis 100 Megahertz der größte Teil der Energie auftritt.

Betrachtet man beispielsweise als zu schützende elektronische Gerät einen militärischen Kurzwellensender oder Kurzwelleneempfänger, so muß dieser beispielsweise für einen Frequenzbereich von 10 Megahertz bis 15 Megahertz ausgelegt sein.

Man erkennt also, daß der Arbeitsbereich dieses Gerätes imitten des Spektrums des nuklearen elektromagnetischen Impulses liegt, so daß trotz allfälliger ausreichender Abschirmmaßnahmen beim Geräteeinsatz über die Anschlußklemmen in der Sendenteile beziehungsweise Empfangsteile die elektromagnetische Impulsenergie ungehindert in das Gerät eindringen kann, da der Durchlaßbereich der eingangsseitigen Empfangsfilter beziehungsweise der ausgangseitigen Sendefilter im Spektralbereich des elektromagnetischen Impulses liegt. Mindestens innerhalb des Arbeitsbereiches des zu schützenden Geräts, im angenommenen Fall 10 bis 15 Megahertz, muß daher mit dem Eintritt zerstörend wirkender Störenergie gerechnet werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art bereit zu stellen, die einen zuverlässigen Schutz gegen starke elektromagnetische Impulse, insbesondere nuklearelektromagnetische Impulse, gewährleistet, und bei der sich durch die Schutzmittel keinerlei störende Verluste ergeben und gleichzeitig die Forderung nach einem rationellen und kostengünstigen Aufbau der Vorrichtung erfüllt wird.

Die Aufgabe wird nach der Erfindung gelöst durch die Anwendung zum Schutz von Hochfrequenzsende- oder Empfangsgeräten gegen Zerstörung durch starke elektromagnetische Impulse, deren Anstiegszeiten im Bereich der Nutzsinal-Anstiegszeiten liegen, wobei in der Filterstruktur vorgesehene Kapazitäten unter Berücksichtigung des im Nutzbetrieb auftretenden Signalverlusts dimensioniert sind.

Aufgrund dieser Ausbildung wird bei geringstem Aufwand ein äußerst zuverlässiger Schutz von hocheffizienten Hochfrequenzsende- oder Empfangsgeräten vor ganz speziellen Störungen, nämlich vor der Einwirkung starker elektromagnetischer Impulse, deren Störspannungsteil praktisch gleich der Signalteil der Nutzsignale ist, gewährleistet. Von wesentlicher Bedeutung ist hierbei unter anderem, daß überhaupt die Verwendung von Kapazitäten in Betracht gezogen wird und diese Kapazitäten dann so dimensioniert werden, daß der aus der Schwellenwertkapazität resultierende Störstrom nutzbringend eliminiert werden kann.

Zur wirksamen Begrenzung der Zufuhr gefährlich hoher Impulsenergie werden erfindungsgemäß zwei unterschiedliche Abwehrmaßnahmen kombiniert. Als erste Maßnahme ist vorgesehen, die insgesamt von der Antenne der Antennenanlage oder Antennenleitung aufgenommene Störimpulsenergie frequenzmäßig in verschiedene Anteile aufzuteilen und dafür zu sorgen, daß nur derjenige Störimpulsenergieanteil des breitbandigen Störimpulses, welcher im tatsächlichen Arbeitsbereich des zu schützenden Geräts, oder welcher sogar nur in einem Teilbereich dieses Arbeitsbereiches liegt, dem zu schützenden Gerät zugeführt wird, während außerhalb des genannten Bereichs oder Teilbereiches liegende Störimpulsenergieanteile reflektiert werden. Als zweite Maßnahme ergibt sich eine zeitliche Verzögerung des dem Gerät zugeführten Impulsenergieanteils, um eine optimale Zündfolge oder Ansprechfolge von Großüberspannungsschutz und Feinüberspannungsschutz sicherzustellen.

Im Falle der Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Schutz eines Hochfrequenzsendegeräts ist vorteilhafterweise das das Verzögerungsglied bildende Filter durch das Oberwellenfilter des Hochfrequenzsendegeräts gebildet.

Eine weitergehende Begrenzung der dem zu schützenden Gerät zugeführten Störimpulsenergie kann dadurch erreicht werden, daß zweckmäßigerweise das das frequenzselektive Verzögerungsglied bildende Filter auf Teilbereiche des Arbeitsbereiches des zu schützenden Hochfrequenzsende- oder Empfangsgeräts umschaltbar ist. Weitere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert; in dieser zeigt:

Fig. 1 einen typischen seitlichen Verlauf der Feldstärke eines nuklearen elektromagnetischen Impulses,

Fig. 2 den Verlauf der Feldstärke als Funktion der Frequenz,

Fig. 3 ein Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung zum Schutz von elektrischen Geräten gegen Überspannungen,

Fig. 4 einen beispielsweise zeitlichen Spannungsverlauf am Ausgang eines Grobschutzmittels,

Fig. 5 einen beispielsweise zeitlichen Verlauf eines Störimpulses am Ausgang eines frequenzselektiven Verzögerungsglieds,

Fig. 6 einen Störimpuls gemäß Fig. 5, welcher durch ein Feinschutzmittel begrenzt ist,

Fig. 7 eine Struktur eines Tiefpaßfilters,

Fig. 8 eine Struktur eines Bandpaßfilters,

Fig. 9 eine Struktur eines Hochpaßfilters,

Fig. 10 eine Struktur eines Filters für ein erstes Ausführungsbeispiel,

Fig. 11 eine praktische Verwirklichung eines ersten Ausführungsbeispiels der Vorrichtung,

Fig. 12 eine Struktur eines Filters für ein zweites Ausführungsbeispiel der Vorrichtung, und

Fig. 13 eine praktische Verwirklichung eines zweiten Ausführungsbeispiels.

Die Fig. 1 zeigt ein typischen zeitlichen Verlauf der Feldstärke eines nuklearen elektromagnetischen Impulses, in einer sehr kurzen Anstiegszeit von 10 bis 50 Nanosekunden, erreicht die Feldstärke ihr Maximum. Etwa innerhalb 1 Mikrosekunde klingt der nukleare elektromagnetische Impuls wieder ab.

Die Fig. 2 zeigt den Verlauf der Feldstärke F eines nuklearen elektromagnetischen Impulses in Funktion der Frequenz. Der Hauptenergieinhalt liegt etwa im Bereich von 0,1 bis 100 MHz. In Fig. 2 ist die Durchlaßcharakteristik D eines frequenzselektiven Verzögerungsglieds V (in Fig. 2 nicht gezeichnet) mit einer stichpunktartigen Linie eingezeichnet. Das Verzögerungsglied V hat dabei vorteilhafterweise eine Durchlaßcharakteristik D , welche dem

Arbeitsbereich B des zu schützenden Gerätes, oder einem Teilbereich desselben, angepaßt ist. Durch die Durchlaßcharakteristik D dieses Verzögerungsglieds V wird der Gesamtbereich in einen unteren Bereich A und in einen oberen Bereich C aufgeteilt, zwischen welchem der Arbeitsbereich B des zu schützenden Gerätes liegt.

Durch die Anordnung des frequenzselektiven Verzögerungsglieds V werden nun die im unteren Frequenzbereich A und die im oberen Frequenzbereich C liegenden Störpulsenergieanteile reflektiert, sodaß sie vom schützenden Gerät abgehalten werden und nur ein kleinerer Anteil, nämlich derjenige, welche im Frequenzbereich B liegt, wird durchgelassen.

Liegt der Arbeitsbereich B eines zu schützenden Gerätes am unteren Ende des Störpektrums, so kann das Verzögerungsglied ein Tiefpaßfilter sein. Liegt der Arbeitsbereich hingegen am oberen Ende des Frequenzbereiches des Störpektrums, so kann ein Hochpaßfilter als Verzögerungsglied verwendet werden.

Im allgemeinen wird es sich jedoch beim frequenzselektiven Verzögerungsglied um ein Bandpaßfilter handeln. Die untere Frequenzgrenze eines solchen Bandpaßfilters wird dabei vorzugsweise mit einem Toleranzfaktor von 1,5 gewählt, so daß die untere Frequenzgrenze

$$f_0 = \frac{f_{\min}}{1.5}$$

wird. Die obere Frequenzgrenze f_0 wird dabei gleich $1.5 \times f_{\max}$ gewählt, wobei f_{\min} und f_{\max} die Grenzfrequenzen des Arbeitsbereiches B des zu schützenden Gerätes, beziehungsweise eines Teilbereiches dieses Arbeitsbereiches, sind.

Es ist auch vorteilhaft, ein beispielsweise bei einem Sender ohnehin notwendiges Oberwellenfilter als frequenzselektives Verzögerungsglied V , kombiniert mit einem Grobüberspannungsschutz und einem Feinüberspannungsschutz auszubilden. Eine weitergehende Begrenzung der dem zu schützenden Gerätes zugeführten Störpulsenergie kann dadurch erreicht werden, daß der Arbeitsbereich B des zu schützenden Gerätes in Teilbereiche B_1, B_2 etc. unterteilt wird und ebenso das Verzögerungsglied für diese einzelnen Teilbereiche, beispielsweise umschaltbar, ausgebildet wird.

Die Fig. 3 zeigt ein Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels. Eine Antenne 1 ist an ein Grobschutzmittel 2 beispielsweise eine Punktstrecke oder eine Gasentladungsröhre, angeschlossen. Auf dieses Grobschutzmittel 2 folgt ein frequenzselektives Verzögerungsglied V , beispielsweise ein Bandpaßfilter, welches für den Arbeitsbereich des zu schützenden Gerätes 4 ausgebildet ist. Auf dieses frequenzselektive Verzögerungsglied V folgt ein Feinschutzmittel 3, beispielsweise ein Halbleiterelement oder ein Varistor. Die ganze Schutzvorrichtung ist mit 5 bezeichnet. Auf das Feinschutzmittel 3 folgt dann das zu schützende elektronische Gerät 4, beispielsweise der Eingang eines Kurzwellenempfängers oder der Ausgang eines Kurzwellensenders.

Grobschutzmittel der genannten Art sind zwar in der Lage relativ große Energien zu verarbeiten, sie sprechen in der Regel aber erst mit einer Verzögerung von etwa 10 Nanosekunden an. Zufolge der sehr hohen Flankenteile der nuklearen elektromagnetischen Impulse, siehe Fig. 1, hat der Störpuls während der Ansprechzeit bereits einen sehr hohen Wert U_1 erreicht, so daß sich ein relativ hoher, spitzer Impuls I_1 im wesentlichen nach der Ansprechzeit T_a ergibt. Nach Ansprechen des Grobschutzmittels 2 bricht die Spannung an diesem auf eine Rest- oder Brennspannung U_2 zusammen, welche vom Ansprechzeitpunkt t bis zur Abklingzeit t_a andauert. Die Fig. 4 zeigt einen beispielsweise Spannungsverlauf am Ausgang eines Grobschutzmittels 2.

Feinschutzmittel, wie beispielsweise Halbleiterelemente und Varistoren und ähnliche Schutzelemente haben gegenüber den genannten Grobschutzmitteln den Vorteil, daß sie sofort, das heißt ohne Verzögerungszeit wirksam sind. Sie sind jedoch in der Regel nicht geeignet sehr hohe Energien zu verarbeiten. Sie sind aber befähigt, die Begrenzung von Störpulsen auf einem wesentlich tieferen Niveau zu erreichen, als dies mit Grobschutzmitteln in der Regel der Fall ist. Sie können daher empfindliche elektronische Geräte wirksamer schützen als Grobschutzmittel allein. Es ist daher angebracht und üblich, eine Kaskadenschaltung mindestens eines Grobschutzmittels und mindestens eines Feinschutzmittels anzuwenden. Zwischen beiden Schutzmitteln kann ein Widerstand oder beispielsweise eine Induktivität vorgesehen sein.

Wäre man nun ein Feinschutzmittel unmittelbar parallel oder über einen Widerstand zum Grobschutzmittel schalten, so würde durch die schnellere, beziehungsweise verzögerungsfreie Arbeitsweise des Feinschutzmittels das rechtzeitige Ansprechen des Grobschutzmittels verhindert, so daß die gesamte Störenergie dem dafür nicht geeigneten Feinschutzmittel zugeführt würde. Aus diesem Grunde ist es vorteilhaft, zwischen Grobschutzmittel 2 und Feinschutzmittel 3 ein Verzögerungsglied V einzuschalten, um einen optimalen zeitlichen Ablauf der Zündung, beziehungsweise des Ansprechens der beiden Schutzmittel zu gewährleisten.

Diese Maßnahme ist beispielsweise aus dem zitierten Buch "EMP Radiation and Protective Techniques, Kapitel 4.5 und Fig. 4.51" bekannt. Als Verzögerungsglied V wird dort ein Stück Kabel vorgeschlagen.

Obwohl diese Lösung bereits eine Verbesserung gegenüber früheren Lösungen bringt, weist sie den erheblichen Nachteil auf, daß bis zum Ansprechen des Grobschutzmittels 2 dem Feinschutzmittel die gesamte bis dahin von der Antenne aufgenommene Störenergie zugeführt wird, was sowohl für das Feinschutzmittel 3 selbst als auch für das daran angeschlossene Gerät 4 sehr nachteilig ist. Auch ist die Verzögerungslösung mit einem Kabel sehr voluminös, da einige Meter hochspannungsfestes Kabel erforderlich sind.

Es wird daher vorgeschlagen das Verzögerungsglied V frequenzselektiv zu gestalten, beispielsweise als Bandpaßfilter auszuführen. Dadurch wird erreicht, daß gemäß Fig. 2 nur noch der im Arbeitsbereich B liegende Anteil der Störenergie zum Feinschutzmittel 3 gelangt, während die in den Bereichen A und C liegenden Anteile reflektiert, also fortgeschickt, das heißt über die Antenne zurückgestrahlt werden.

Das Grobschutzmittel 2 und das Verzögerungsglied V bilden zusammen somit einen abgeschwächten verzögerten Störpuls I_2 . Hierdurch wird nicht nur das Feinschutzmittel beträchtlich entlastet, sondern es wird auch

eine weit höhere Sicherheit erreicht, daß nur eine vom Feinschutzmittel 3 auch tatsächlich bewältigbare Störermengemenge diesem zugeführt wird.

Weitere Vorteile können dadurch erreicht werden, daß die Eigenkapazität von Grobschutzmitteln 2 und Feinschutzmitteln 3 mindestens teilweise in die für die Realisierung des frequenzselektiven Verzögerungsgliedes V , das heißt des Bandpaßfilter, erforderlichen Kapazitäten miteinbezogen werden. Dabei erweitert es sich weiterhin als vorteilhaft, solchen Schutzelementen Dioden vorzuschalten. Insbesondere Feinschutzmittel weisen im allgemeinen nämlich meist relativ hohe Eigenkapazitäten auf, welche sie für sich allein genommen in wesentlichen nur für niederfrequente, beispielsweise tonfrequente Bereiche geeignet machen. Durch die Vorschaltung geeigneter kapazitätsarmer Dioden kann dieser Nachteil für den vorliegenden Anwendungszweck behoben werden.

Die Fig. 5 zeigt den zeitlichen Verlauf eines Störimpulses am Ausgang des frequenzselektiven Verzögerungsgliedes V . Man erkennt, daß der am Ausgang des Verzögerungsgliedes V erscheinende Impuls i_2 um die Verzögerungszeit

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

des Verzögerungsgliedes V gegenüber dem Impuls i_1 gemäß Fig. 4 verzögert erscheint und zudem ist er aufgrund der Frequenzselektivität des Verzögerungsgliedes V wesentlich weniger spitz.

Dieser wesentlich mildere und zeitlich verzögerte Impuls i_2 gemäß Fig. 5 wird durch das dem frequenzselektiven Verzögerungsglied V nachgeschaltete Feinschutzmittel 4 weiter in seiner Amplitude begrenzt, so daß am Ausgang des Feinschutzmittels 3, beziehungsweise am Ausgang der ganzen Schutzvorrichtung 5 gemäß Fig. 3, ein wesentlich energieschwächerer und für das zu schützende Gerät 4 harmloser Störimpuls i_3 gemäß Fig. 6 erscheint. Die ganze Störschutzvorrichtung 5 bildet somit einen zeitlich verzögerten und stark begrenzten Störimpuls i_3 , welcher unschädlich ist auch für sehr empfindliche zu schützende Geräte 4, wie beispielsweise für einen Kurzwellenempfänger oder einen Kurzwellensender und insbesondere deren Halbleiterelemente.

Außer der sehr wirksamen Verringerung der den zu schützenden Geräten in ihrem Arbeitsbereich zugeführten Energie ergeben sich zusätzliche Vorteile einer solchen Vorrichtung 5. Bei einem Sender ist es nämlich üblich, zur Vermeidung der Ausstrahlung schädlicher Oberwellen des Senders ein an sich bekanntes Oberwellenfilter zwischen Sender und Antenne anzuordnen. Durch geeignete Dimensionierung kann nun ein Verzögerungsglied V gemäß vorliegender Erfindung zusätzlich die Funktion des Oberwellenfilters übernehmen, so daß sich insgesamt kaum ein Mehraufwand ergibt. Aber auch bei einem Empfänger als zu schützendem Gerät wirkt sich die Anwendung des frequenzselektiven Verzögerungsgliedes zusätzlich vorteilhaft aus, weil durch die zusätzlich vorgeschalteten Selektionsmittel beispielsweise die Spiegelreflexunterdrückung und/oder die Unterdrückung von auf der Zwischenfrequenz arbeitenden Sendern zusätzlich verbessert wird. Auch das Signal/Rauschverhältnis wird verbessert.

Es ist ferner zu beachten, daß beispielsweise bei einem Sender durch sein Ausgangssignal an den eine nichtlineare Charakteristik aufweisenden Feinschutzmitteln, wie beispielsweise Varistoren oder Dioden Signalverzerrungen, also Oberwellen entstehen können. Würde man nun, wie aus dem Stande der Technik bekannt, lediglich ein Stück Kabel als Verzögerungsglied V vorsehen, so würden diese Oberwellen via Verzögerungskabel schließlich auch zur Antenne gelangen und von dieser abgestrahlt. Dies ist aber im Hinblick auf die sehr strengen behördlichen Anforderungen auf Oberwellenfreiheit von Sendersignalen unerwünscht.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung liegt also auch darin, daß nicht nur originär im Senderausgangssignal eventuell vorhandene Oberwellen, sondern gerade auch solche Oberwellen, welche erst durch das oder die Feinschutzmittel unerwünschterweise entstehen, durch das frequenzselektive Verzögerungsglied V wirksam daran gehindert werden, zur Antenne zu gelangen.

Wird die genannte Schutzvorrichtung 5 (Fig. 3) bei einem Sender angeordnet, so könnte bei hierfür ausreichenden Sendeleistungen nach einem durch einen äußeren Störimpuls ausgelösten Ansprechen des oder der Grobschutzmittel, beispielsweise einer Gaszelle, der Fall eintreten, daß diese nach Abklingen des Störimpulses "weiterbrennt", das heißt nicht löscht, weil die für die Aufrechterhaltung der Brennspannung (siehe Fig. 4, U_2) erforderliche Energie nun vom Sender geliefert wird. Ein solcher Zustand ist unerwünscht. Er kann aber in einfacher Weise dadurch behoben werden, daß in den Längsarm des Verzögerungsgliedes eine Sicherung, beispielsweise eine Schmelzsicherung eingefügt wird. Es ist auch möglich, eine auf den im Störfall automatisch ansprechende Oberlastschaltung anzuwenden.

Gemäß der Erfindung wird das benötigte frequenzselektive Verzögerungsglied V als Filter verwirklicht. Die Struktur und Dimensionierung eines solchen Filters wird durch die Lage des Arbeitsbereiches B des zu schützenden Gerätes 4 (siehe Fig. 3) bezüglich des Verlaufes der Feldstärke F des Störimpulses in Funktion der Frequenz (siehe Fig. 2) mitbestimmt.

Liegt der Arbeitsbereich B des zu schützenden Gerätes 4 frequenzmäßig am unteren Ende des Spektrums, beziehungsweise des Bereiches A , so kann als Filter vorzugsweise ein Tiefpaßfilter etwa von der Struktur gemäß Fig. 7 vorgesehen werden. Liegt dagegen der Arbeitsbereich B im mittleren Frequenzbereich, etwa gemäß Fig. 3, so wählt man vorzugsweise ein Bandpaßfilter mit einer Struktur etwa gemäß Fig. 8. Liegt schließlich der Arbeitsbereich B frequenzmäßig am oberen Ende des Bereiches C , siehe Fig. 2, das heißt gegen etwa 100 MHz, so wählt man vorzugsweise ein Hochpaßfilter mit einer Struktur etwa gemäß Fig. 9. n bezeichnet die Anzahl der Glieder eines Filters. 1,0 bezeichnet die normierte Last.

Filter der genannten Arten sind aus dem Stand der Technik bekannt. Sie können je nach gewünschter Struktur und Bandbreite und Dämpfung aufgrund bekannter Tabellen und Transformationsformeln dimensioniert werden. Hierzu wird verwiesen auf folgende weitere Publikationen:

6. "Handbook of Filter Synthesis,
Anatol I. Zverev
John Wiley and Sons, Inc. New York, 1967
Library of Congress Catalog Card Number 67-17 352"

5 und

7. "Tabellenbuch Tiefpässe.
Gerhard Pfizmaier
Siemens AG Berlin-München, 1971"

10 Nachfolgend werden zwei konkrete Ausführungsbeispiele beschrieben.

Erstes Ausführungsbeispiel

Filterstruktur gemäß Fig. 10, Bandpaßfilter.

15 Werte gemäß Literatur "6", insbesondere dort Seite 312.

Das zu schützende Gerät 4 ist ein Kurzwellenempfänger mit einem Eingangswiderstand R_e von 50 Ohm und einem Frequenzbereich (Arbeitsbereich) von 1,2 MHz bis 12 MHz. Das Filter weist 4 Glieder auf, nämlich:

- | | |
|---------------------|--|
| Erstes Glied 5: | erster Parallelschwingkreis mit Kapazität 6 und Induktivität 7; |
| 20 Zweites Glied 8: | erster Serieschwingkreis mit Induktivität 9 und Kapazität 10; |
| Drittes Glied 11: | zweiter Parallelschwingkreis mit Kapazität 12 und Induktivität 13; |
| Viertes Glied 14: | zweiter Serieschwingkreis mit Induktivität 15 und Kapazität 16. |

An die Eingangklemmen 17 und 18 des Filters ist das zu schützende Gerät 4 mit seinen Eingangklemmen angeschlossen. An die Ausgangsklemmen 19 und 20 ist die Antenne, Antennenanordnung oder Antennenleitung 1 angeschlossen, wodurch das als frequenzselektives Verzögerungsglied V wirkende Filter mit dem vorgesehenen Abschlußwiderstand R_a ausgangsseitig belastet ist.

Das als Bandpaßfilter aufgebaute Verzögerungsglied V dient somit nicht nur als frequenzselektives Verzögerungsglied, sondern es sorgt auch für eine korrekte elektrische Anpassung sowohl auf der Seite des zu schützenden Gerätes 4 als auch antennenseitig. Zu beachten ist nun, daß eine Filterstruktur gemäß Fig. 10 die Möglichkeit schafft, die kapazitätsbehafteten Grob- und Feinschutzmittel 2 und 3 (siehe Fig. 3) anzuwenden, ohne daß deren Eigenkapazitäten einen schädlichen Einfluß auf die hochfrequenten Eigenschaften der Schutzvorrichtung 5 (siehe Fig. 3) haben.

Für den angenommenen Arbeitsbereich 1,2 MHz bis 12 MHz ergeben sich für das anhand Fig. 10 beschriebene erste Ausführungsbeispiel folgende Werte:

- | | |
|------------------|--------------|
| 1. Glied | |
| Kapazität 6: | 173 pF |
| Induktivität 7: | 9,77 μ H |
| 2. Glied | |
| Induktivität 9: | 1,05 μ H |
| Kapazität 10: | 1,61 nF |
| 3. Glied | |
| Kapazität 12: | 417 pF |
| Induktivität 13: | 4,05 μ H |
| 4. Glied | |
| Induktivität 15: | 435 nH |
| Kapazität 16: | 3,89 nF |

Die Fig. 11 zeigt eine praktische Verwirklichung der Filterstruktur gemäß Fig. 10. Man erkennt, daß die Kapazität des Grobschutzmittels 2 und des Feinschutzmittels 3 in die Filterstruktur integriert ist. Diese Integration der Kapazität der Schutzmittel ist bei der praktischen Wahl der Kondensatoren 6^a und 16^a zu berücksichtigen.

Als Grobschutzmittel 2 ist in diesem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 11 eine Gaszelle des Typs "UC 90" der Firma Carburus AG, Männedorf, Schweiz, vorgesehen.

Als Feinschutzmittel 3 ist im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 11 ein "Surge Suppressor Typ GHV 16" der Firma General Semiconductor Ind. Inc. Arizona USA, vorgesehen.

Durch das frequenzselektive Verzögerungsglied V wird nicht nur die dem Feinschutzmittel 3 zugeführte Störernergie vermindert, sondern ein Teil dieser in Pfeilrichtung 21 eindringenden Störernergie wird in Pfeilrichtung 22 reflektiert und erhöht dadurch die am Grobschutzmittel 2 anstehende Störspannung. Dadurch spricht dieses Grobschutzmittel 2, beispielsweise eine Gaszelle, rascher als erst zum Zeitpunkt t_1 (siehe Fig. 4) an. Diese Effekte lassen sich nicht erzielen mit dem aus dem Stande der Technik bekannten Kabelstück als Verzögerungsglied. Außerdem gestattet ein Kabelstück als Verzögerungsglied keine ausreichend optimale Anpassung über einen breiten Frequenzbereich.

Zweites Ausführungsbeispiel

Filterstruktur gemäß Fig. 12, Tiefpaßfilter

Werte gemäß Literatur 77, Seite 427

Das zu schützende Gerät 4 ist ein Kurzwellensender mit einem Innenwiderstand R_i von 50 Ohm und einem

Frequenzbereich von 1 bis 27 MHz.

Das Filter weist 5 Elemente auf, nämlich:

erstes Element:	Kapazität 21
zweites Element:	Induktivität 22
drittes Element:	Kapazität 23
viertes Element:	Induktivität 24
fünftes Element:	Kapazität 25

An die Eingangsanschlüsse 26 und 27 ist das zu schützende Gerät 4, das heißt Kurzwellensender mit seinem Ausgangsklemmen angeschlossen. An die Ausgangsklemmen 28 und 29 des Filters ist die Antenne, Antennenanordnung oder Antennenleitung 1 angeschlossen. Hierdurch wird das als frequenzselektives Verzögerungsglied V wirkende Filter mit dem vorgesehenen Abschlußwiderstand R_a ausgangsseitig belastet. Das als Tiefpaßfilter aufgebaute Verzögerungsglied V dient somit nicht nur als frequenzselektives Verzögerungsglied, sondern es sorgt auch für eine korrekte elektrische Anpassung sowohl auf der Seite des zu schützenden Gerätes 4 als auch antennenseitig, und dies über einen großen Frequenzbereich. Zu beachten ist, daß auch eine Filterstruktur gemäß Fig. 12 die Möglichkeit schafft, die kapazitätsbehafteten Grob- und Feinschutzmittel 2 und 3 (siehe Fig. 3) anzuwenden, ohne daß deren Eigenkapazitäten einen schädlichen Einfluß auf die hochfrequenten Eigenschaften der Schutzvorrichtung 5 (siehe Fig. 3) haben.

Für den angenommenen Arbeitsbereich 1 bis 27 MHz ergeben sich für das anhand der Fig. 10 beschriebene zweite Ausführungsbeispiel folgende Werte:

Kapazität 21: 52 pF
Induktivität 22: 278 nH
Kapazität 23: 130 pF
Induktivität 24: 278 nH
Kapazität 25: 52 pF

Ein solches Filter weist einen vernachlässigbaren Leistungsverlust auf, beispielsweise beträgt die Dämpfung weniger als 0,0004 dB und das Stehwellenverhältnis ist völlig ausreichend für den vorgesehenen Zweck.

Die Fig. 13 zeigt eine praktische Verwirklichung der Filterstruktur gemäß Fig. 12. Man erkennt, daß die Kapazität der Grobschutzmittel 2 und des Feinschutzmittels 3 in die Filterstruktur integriert ist. Diese Integration der Kapazität der Schutzmittel ist bei der praktischen Wahl der Kondensatoren 21* und 25* zu berücksichtigen.

Als Grobschutzmittel 2 ist in diesem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 13 eine Gaszelle Typ UC 470 der Firma Cerberus AG, Schweiz vorgesehen. Als Feinschutzmittel 3 ist in diesem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 13 eine Schaltungsanordnung von 2 Metalloxid-Varistoren Typ ERZ-C14 DK 391 der Firma Matsushita Electric, Japan mit je zwei in Serie dazwischengeschalteten Dioden Typ UES 1306 der Firma Uniretro Corp., Lexington MA, USA vorgesehen. Dabei sind beim einem Metalloxid-Varistor 30 die ihm zugeordneten beiden Dioden 31 und 32 in der einen Durchflussrichtung 33, dagegen beim anderen Metalloxid-Varistor 34 die diesem zugeordneten beiden Dioden 35 und 36 in der anderen, das heißt in der entgegengesetzten Richtung 37 durchlässig geschaltet.

Zum Schutz der Dioden 31, 32 und 35, 36 vor Spannungsdurchbruch bei allfälligen inversen Störpuls ist zwischen den Verbindungspunkten 38 und 39 der genannten Metalloxid-Varistoren 30 und 34 je mit der Diode 31 beziehungsweise 35 ein weiterer Metalloxid-Varistor 40, beispielsweise Typ ERZ-C14 DK 751 der genannten Firma Matsushita geschaltet. Als Kapazität 23 ist beispielsweise ein Kondensator 130 pF Typ MHG der Firma Microelectronics Ltd. Israel vorgesehen. Die Induktivitäten 22 und 24 haben je einen Wert von 278 nH.

Im Beispiel gemäß Fig. 13 hat das zu schützende Gerät 4, das heißt der genannte Kurzwellensender, einen Innenwiderstand R_i von 50 Ohm und die Antenne, beziehungsweise Antennenanordnung oder Antennenleitung 1 stellt einen Lastwiderstand R_a von ebenfalls 50 Ohm dar.

Um den Kurzwellensender 4 vor allfälliger Überlast zu schützen, falls das Grobschutzmittel 2, das heißt die Gaszelle durch einen Störpuls gezündet und danach die Brennspannung U_b (siehe Fig. 4) durch das Sendesignal des Senders nach Abklingen des Störpulses über den Zeitpunkt t_1 (siehe Fig. 4) aufrechterhalten würde, ist in einem Längsweig des Filters, beispielsweise in Serie zu Induktivität 24, eine Schmelzsicherung 41 geschaltet. Falls die Gaszelle 2 in der genannten Weise weiterbrennen sollte, so entsteht dadurch zwischen den Anschlußpunkten 42 und 43 praktisch ein Kurzschluß. Vom Gerät 4, das heißt vom Kurzwellensender würde dann ein starker Strom über die Induktivitäten 22 und 23 fließen, welche diese Schmelzsicherung, beispielsweise 63 A Typ FF 222 V der Firma Wickmann, BRD zum Durchschmelzen bräue.

Anstelle einer Schmelzsicherung 41 könnte auch eine an sich bekannte automatische Überlastsicherung mit verzögerter Wiederumschaltvorrichtung vorgesehen werden.

In gewissen Anwendungsfällen der Erfindung wird beispielsweise eine Einrichtung benutzt, bei welcher ein Kurzwellensender 4 über ein längeres, beispielsweise 50 m langes Koaxialkabel als Antennenleitung mit einem bei der entfernt aufgestellten Sendeanenne angeordneten automatischen Antennenanpassungsgerät verbunden ist. Über dieses Koaxialkabel wird dabei nicht nur die hochfrequente Sendenergie übertragen, sondern bei-

PS 31 35 515

spielsweise auch Gleichstromenergie zum Betrieb des Antennenabstimmgerätes. Durch die genannte Sicherung 41 wird in diesem Fall bei Auftreten eines Störpulses auch die zugehörige Gleichstromquelle des Antennenabstimmgerätes vor Überlastung geschützt.

Hierzu 6 Blatt Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

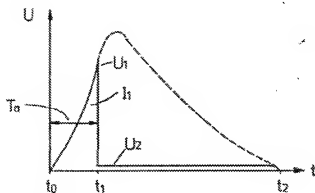


Fig.4

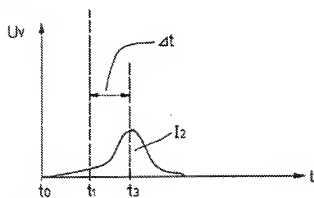


Fig.5

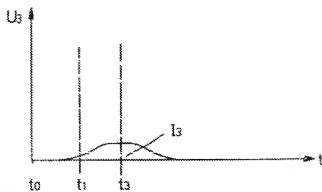
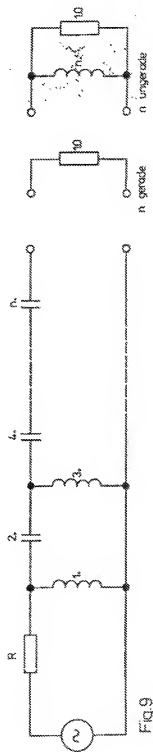
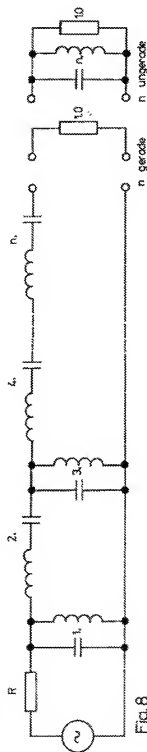
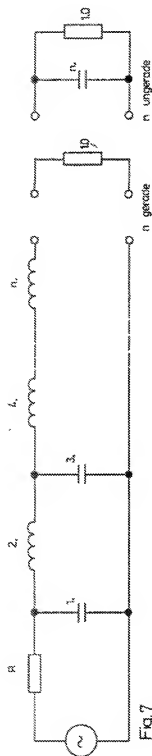
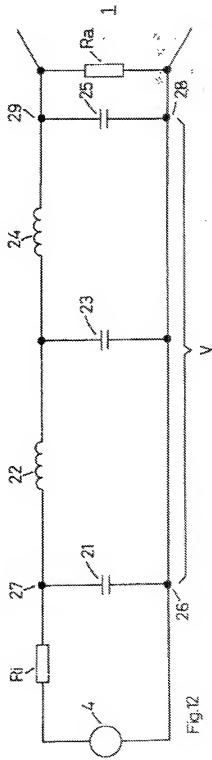
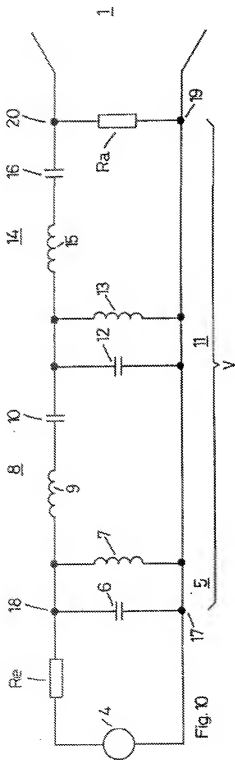


Fig.6





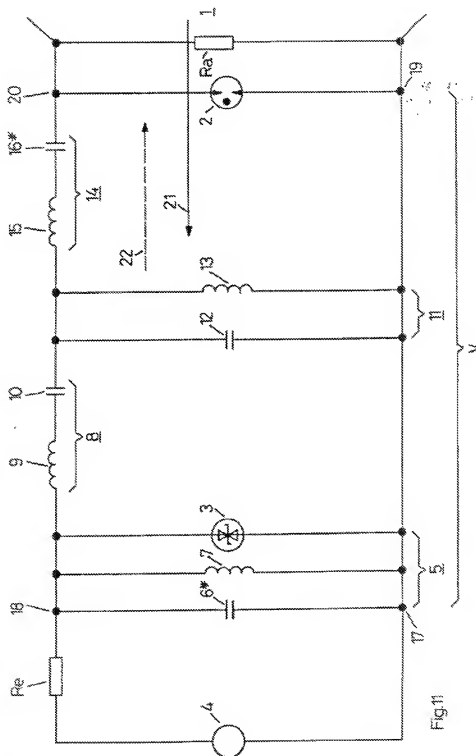


Fig.11

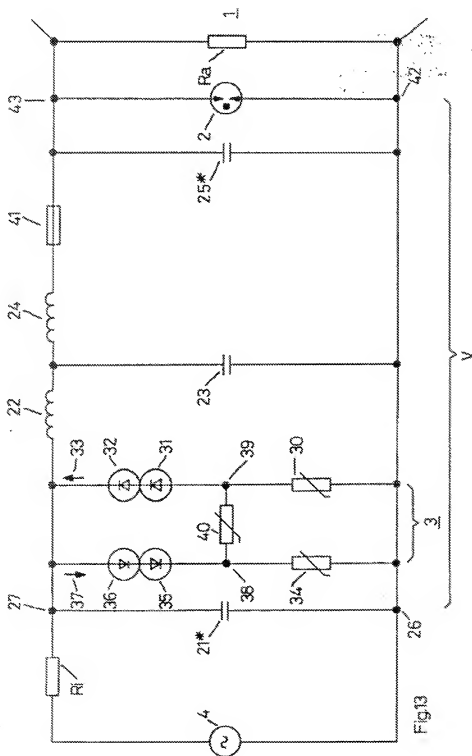


Fig.13